

EDITORA MULTIFOCO

Simmer & Amorim Edição e Comunicação Ltda.
Av. Mem de Sá, 126, Lapa
Rio de Janeiro - RJ
CEP. 20230-152

CAPA Nathalia Amaral
DIAGRAMAÇÃO Nathalia Amaral
ILUSTRAÇÃO Mirian Leobino

Linguagens e Discursos na Educação em Ciências

ORGS. GALIETA, Tatiana; GIRALDI, Patrícia Montanari

1ª Edição
Novembro de 2014
ISBN: 978-85-8273-130-5

Todos os direitos reservados.

É proibida a reprodução deste livro com fins comerciais sem
prévia autorização do autor e da Editora Multifoco.

Aos educadores em ciências que, por todas as escolas públicas brasileiras, buscam a igualdade social por meio do reconhecimento e valorização dos discursos de seus estudantes.

Progress Publishers, 1981.

MCSHARRY, G.; JONES, S. Role-play in Science Teaching And Learning. *School Science Review*, vol. 82, n. 298, 73-82, 2000.

NASCIMENTO, S. S., PLANTIN, C.; VIEIRA, R. D. A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 13, n. 2, 169-185, 2008.

PLANTIN, C. *A argumentação: história, teorias, perspectivas*. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

SADLER, T. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 41, n. 5, 513-536, 2004.

SIMON, S., ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, vol. 28, n. 2-3, 235-260, 2006.

SIMONNEAUX, L. Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, vol. 23, n. 9, 903 - 927, 2001.

TAL, T.; KEDMI, Y. Teaching socioscientific issues: classroom culture and students' performances. *Cultural Studies in Science Education*, vol.1, 615-644, 2006.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Uma proposta de critérios marcadores para identificação de situações argumentativas em salas de aula de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol: 26, n.1, 81-102, 2009.

VIEIRA, R. D., BERNARDO, J. R. R.; MELO, V. F. O "Gato" como questão sociocientífica em júris simulados na formação de professores de física. *In press*.

VIEIRA, R., KELLY, G. J.; NASCIMENTO, S. S. An activity theory-based analytic framework for the study of discourse in science classrooms. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 14, n. 2, 13-46, 2012.

ZEMBAL-SAUL, C., MUNFORD, D., CRAWFORD, B., FRIEDRICHSEN, P.; LAND, S. Scaffolding pre-service science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. *Research in Science Education*, vol. 32, n.4, 437-463, 2002.

ANÁLISE DOS MODOS SEMIÓTICOS DE REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL QUÍMICA: CATEGORIAS EMERGENTES NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Alexandre Aizawa⁹⁵, Arcelino Bezerra da Silva Neto⁹⁶ e Marcelo Giordan⁹⁷

INTRODUÇÃO

A representação estrutural em química é um aspecto que permeia a compreensão dos fenômenos naturais. Na Química, tem-se observado ao longo de sua história uma controversa introdução de elementos de representação das substâncias (ARAÚJO-NETO, 2009), bem antes de o químico ter-se interessado formalmente pelo campo das teorias de partículas. O poder de representação e significação dos objetos moleculares na Química tem despertado o interesse de grupos de pesquisa em Educação Química (ARAÚJO-NETO, 2009; GOIS, 2007; GOIS & GIORDAN, 2007; KOZMA & RUSSELL, 1997; PEREIRA *et al.*, 2013; QUADROS & MORTIMER, 2010; SOUZA & PORTO, 2010; WU *et al.*, 2001), por diferentes aspectos envolvidos. Wu & Shah (2004) apontam para as dificuldades dos alunos no entendimento das representações, bem como a passagem de representações bidimensionais para as tridimensionais. No entanto, discordamos em termos das dificuldades de visualização como decorrentes da ausência de habilidades espaciais dos alunos. Kozma & Russel (1997) introduzem um estudo com representações de reações químicas com computadores com intuito de responder se o significado delas por estudantes são os mesmos do uso dos químicos.

Além da Química, como campo de conhecimento humano e os enfoques filosófico, histórico, sociológico, há interesse por se compreender a comunicação e a formação de conceitos em sala de aula, e disso decorre a necessidade de focar os problemas de pesquisa com a multimodalidade, a semiótica e a psicologia do desenvolvimento. Nesse trabalho, nos restringimos a apresentar a multimodalidade e em particular a ges-

95 Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de ciências. Bacharel e licenciado em Química pela USP. Professor da E.E. Prof. Alberto Conte; E-mail: alexandre.aizawa@usp.br.

96 Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de ciências. Licenciado em Química pela USP. E-mail: arcelino.neto@usp.br.

97 Professor Associado do Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada da Faculdade de Educação da USP. E-mail: giordan@usp.br.

tualidade de alunos de licenciatura para estudar os modos semióticos por eles empregados e por extensão a efetividade de categorias de análise, destacando suas limitações, potenciais e implicações no estudo da aula de química.

A forma como a linguagem é empregada em sala de aula tem implicações nos processos de ensino-aprendizagem. Considerando que o discurso e os gestos estão presentes em aula, a mediação do conhecimento não deve ser vista somente pela palavra, mas sim pelos diversos modos semióticos que existem no processo de comunicação. Entre eles, tem sido destacada a gestualidade como modalidade discursiva constituinte da comunicação do professor.

A análise dos gestos é um campo que envolve a multimodalidade (KRESS & VAN LEEUWEN, 1996) sendo empregada por Roth (2001) em estudos sobre a função dos gestos em aulas de física sobre a temática dos processos de eletrização de materiais. Martins e Piccinini (2004) mencionam a negociação de significados por meio das interações multimodais com ênfase no verbal, no visual e no gestual em aulas de ciências.

O potencial da utilização dos gestos como modo semiótico é vasto e os resultados concretos na área estrutural de Química não são perenes. A importância do uso dos gestos nas aulas de Ciências é um campo recente presente em Quadros (2010) ao analisar aulas do Ensino Superior. Moro *et al.* (2013) ampliam os estudos gestuais com a classificação de Kendon (2004) o programa TRANSANA. A categorização gestual constitui uma unidade de análise no processo de comunicação entre sujeitos. Esta menor unidade como VIGOTSKI (2009) menciona possui as características do todo.

A elaboração da análise nesta pesquisa consistiu em formular categorias de gestos a partir de McNeill (2005) que considera os gestos e a fala como co-expressivos e simultâneos. Assim tanto a fala como os gestos são indissociáveis e atuam como par dialético. Os principais tipos de gestos podem ser divididos em imagísticos e não-imagísticos. Neste grupo, estão gestos que não se referem a imagens, como o dêitico e os de batimento. Naquele outro, os gestos fazem referência a alguma imagem concreta ou abstrata, como os icônicos e os metafóricos.

De acordo com McNeill, (2005) as quatro principais dimensões da gestualidade são:

Gestos icônicos - são gestos que incorporam o conteúdo semântico, sendo imagens de ações e/ou objetos concretos.

Metafórico - são gestos que envolvem um uso metafórico, referem-se a imagens abstratas.

De batimento - gestos com movimentos rápidos, de acordo com o ritmo do discurso, expressam ênfase em um determinado trecho do discurso.

Dêitico - gesto de apontamento com o dedo indicador, também pode ser realizado com outras partes do corpo (cabeça, pés, cotovelos ou com objetos). A referência pode direcionar-se as ideias abstratas.

McNeill ainda ressalta “A maioria dos gestos são multifacetados- icônico está combinado com dêitico, dêitico está combinado com metafórico, e assim em diante.” (McNeill, 2005, p.38)

Os gestos apresentam-se combinados em alguns momentos. O mesmo autor propõe nestes casos uma hierarquia, pois não é possível dizer qual categoria é dominante ou subordinada. (Idem, p.41-42)

Neste trabalho, discutimos a utilização de tais dimensões ou categorias na análise de aulas de química de professores iniciantes, questionando alguns pontos cruciais a serem levados em consideração no caso do uso das representações estruturais. Chamaremos de Objeto Molecular (OM) a representação do ente molecular que poderá estar em lousa, em tela de projeção, em tela de computador ou em objetos físicos.

METODOLOGIA

Na disciplina Metodologia de Ensino de Química do curso de Licenciatura da USP, os futuros licenciandos formaram quatro grupos para o oferecimento de minicursos destinados a estudantes da rede pública estadual do Ensino Médio. Os minicursos são oferecidos regularmente há mais de dez anos e durante a execução das aulas, foram feitas gravações de áudio e vídeo com armazenamento digital, e transmissão em tempo real para uma audiência de alunos da disciplina. Dentre estes grupos, selecionamos dois minicursos: *Sacolas biodegradáveis salvarão o nosso planeta?* e *Sabões e Detergentes*, por abordarem o uso da representação estrutural com mais frequência durante as aulas.

A análise dos episódios foi realizada através do programa NVivo 9 em que se pode definir diversos níveis e tipos de categorias de análise,

delimitando os intervalos de tempo no vídeo. Na transcrição utiliza-se // para pausas de cerca de 0,2s e as palavras em caixa alta são pronunciadas em maior intensidade. Uma diferença deste programa em relação a outros é a possibilidade de sobrepor categorias para em outra etapa agrupá-las.

Inicialmente elaborou-se um sequenciamento de episódios para a busca dos segmentos direcionados a nossa pesquisa, conforme critérios informados por Silva e Mortimer (2010). Os episódios correspondem aos segmentos do discurso da sala de aula com fronteiras temáticas nítidas que levem em consideração à fase da atividade na qual o episódio tem lugar, as ações dos participantes, as formas como os participantes se posicionam no espaço físico no qual ocorrem as interações e as formas pelas quais os participantes interagem entre si e com os recursos materiais utilizados (SILVA & MORTIMER, 2010, p.128).

Procedemos à categorização de episódios considerando as dimensões gestuais de McNeill com codificação simultânea do áudio e do vídeo, pois a fala e o gesto não devem ser analisados de forma separada segundo este referencial. Também foram analisadas as posições do professor em relação aos alunos, o posicionamento do professor em relação ao OM e os suportes utilizados pelos professores para que através deste mapeamento fosse possível iniciar a análise dos gestos.

Nosso objetivo é comparar o estilo de ensino de dois professores em formação inicial com a perspectiva multimodal (JEWITT, 2005) construindo uma ferramenta analítica. O professor utilizou as representações de polímeros e a professora as de sabões e detergentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Representação de polímeros

O minicurso analisado envolveu o tema sobre a utilização das sacolas plásticas. Escolheu-se apenas um trecho do minicurso que em sua totalidade apresenta duração de 6 horas distribuídas em dois dias consecutivos. Os episódios analisados envolvem a representação do uso de fórmulas estruturais, com o trânsito das representações bidimensionais para as tridimensionais. Em um primeiro momento, este trânsito ocorre com imagens e as representações em giz e lousa. Em um segundo mo-

mento, o trânsito ocorre entre os objetos virtuais e as representações em giz e lousa.

A construção de um sequenciamento de episódios do minicurso pode ser vista na Tabela 1.

| Ordem | Nome do Episódio | Ti | Tf (hh/mm/ss) | Duração (mm/ss) |
|-------|-----------------------------------|----------|---------------|-----------------|
| 1 | Conteúdo | 00:00:13 | 00:01:11 | 00:58 |
| 2 | Tipos de lixo | 00:01:11 | 00:04:20 | 03:08 |
| 3 | Tipos de lixeira e plástico | 00:04:13 | 00:13:38 | 09:25 |
| 4 | Origem do plástico | 00:13:38 | 00:20:21 | 06:43 |
| 5 | Utilização do plástico pelo homem | 00:20:21 | 00:34:51 | 14:30 |
| 6 | O que é plástico? | 00:35:04 | 00:46:52 | 11:48 |
| 7 | Ligação no polímero | 00:46:52 | 00:56:23 | 09:31 |
| 8 | Estrutura dos tipos de polímeros | 00:56:36 | 01:13:03 | 16:27 |
| 9 | Sacolas biodegradáveis | 01:13:33 | 01:32:59 | 19:26 |
| 10 | Representação de fórmulas | 01:33:55 | 01:51:20 | 17:25 |
| 11 | Utilizando o programa Jmol | 01:51:20 | 02:01:45 | 10:25 |

Tabela 1: Sequenciamento dos episódios do minicurso de polímeros. Fonte: os autores.

Os episódios referentes ao uso intenso de representação estrutural foram aqueles designados como 7, 8, 10 e 11 na Tabela 1. Para esta análise, os episódios 10 e 11 foram selecionados.

Análise do suporte do professor

O professor utilizou quatro suportes em sua aula: a fala, a tela de projeção, a lousa e a tela de computador. No entanto, consideramos que a fala é o suporte que sempre esteve presente no episódio e por esse motivo não foi criada uma categoria para o suporte fala (Tabela 2). Dentre outros suportes analisados, a tela de projeção foi o mais utilizado cujas 7 codificações totalizaram 17 minutos e 40 segundos de duração e representam 65,1% do total, sendo maior que a soma dos demais suportes (34,9%).

| Suportes utilizados | Duração | | Frequência de classificação |
|---------------------|----------|------------|-----------------------------|
| | hh/mm/ss | Percentual | |
| Lousa | 00:05:15 | 19,4% | 6 |
| Tela de computador | 00:04:13 | 15,5% | 2 |
| Tela de projeção | 00:17:40 | 65,1% | 7 |

Tabela 2: Duração e frequência de classificação do suporte. Fonte: os autores.

Apesar da tela de projeção ser originada com o uso de um computador, o uso como tela de projeção é diferenciado do uso como uma tela de computador em que o professor possa utilizar o mouse interagindo com o Objeto Molecular. A codificação dos suportes para os episódios 10 e 11 está na Figura 1.

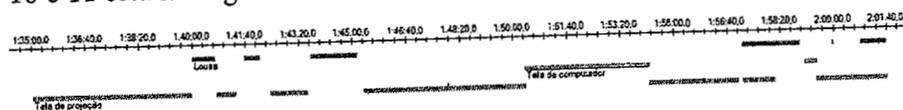


Figura 1. Suportes do professor. Fonte: os autores.

Verifica-se que existe uma alternância entre os usos da tela de projeção e a lousa nos 10 minutos iniciais do episódio 10. O professor apresenta uma imagem em tela de projeção e em seguida reescreve em lousa. O episódio 11 começa com a utilização da tela de computador em que ele apresenta objetos virtuais pelo software Jmol. O professor não desenvolve uma sequência discursiva que aborde o significado da representação pelo computador. Com a representação em tela, desloca-se para a lousa e entre 01:56:59 e 01:58:47 utiliza os dois suportes. Neste momento há uma sobreposição de suportes, o que informa o trânsito de representações entre a tela e a lousa, uma transformação dentro de um mesmo modo semiótico, a imagem (BEZEMER & KRESS, 2008).

Análise proxêmica do professor

O objeto molecular (OM) esteve presente tanto na tela de projeção como na lousa. Assim, categorizamos as posições do professor em relação ao OM conforme Figura 2 para os episódios 10 e 11, cuja linha do tempo destaca-se acima das respectivas categorias. A posição *frontal* em relação ao OM é aquela em que o professor está totalmente direcionado a representação estrutural, enquanto a posição *lateral* em relação ao OM é aquela em que o professor compartilha o direcionamento, ora com o

objeto, ora com os alunos. Definimos a categoria de *manipulação* do OM para classificar as situações em que o professor está no computador interagindo com a representação estrutural.



Figura 2. Posição do professor em relação ao Objeto Molecular. Fonte: os autores.

Observe na Figura 2 que existe pouca alternância entre as posições *frontal* e *lateral* do professor ao logo dos dois episódios, ou seja, permanece em uma das posições por um período de tempo.

Com estas informações, buscamos nas posições *lateral* e *frontal* os gestos nas quatro dimensões de McNeill.

Análise gestual do professor

O *gesto dêitico* é aquele em que o professor aponta para o objeto molecular. Na Figura 3a, o professor aponta com a mão esquerda e o dedo indicador para o objeto molecular que está na tela de projeção.

O *gesto de batimento* com movimentos rápidos, utilizados para dar ênfase ao discurso como na Figura 3a.

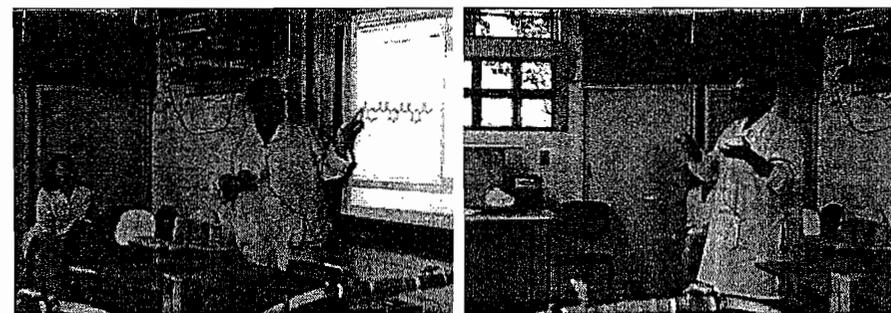


Figura 3a: Gesto dêitico.

Fonte: os autores.

Figura 3b: Gesto de batimento.

Fonte: os autores.

Um gesto que foi classificado como metafórico por mostrar uma imagem abstrata seria como no próximo segmento de 9s da Tabela 3.

| Turno | Transcrição da fala | Descrição | Gesto |
|-------|--|--|-------------|
| 1 | MAS a molécula na verdade não é uma estrutura // que não é // a gente já falou um pouquinho // né // | O professor está de frente para os alunos. | -- |
| 2 | ela não é uma estrutura plana | Ele movimenta as duas mãos. | Debatimento |
| 3 | ela é uma estrutura que é representada em três dimensões// | Realiza vários movimentos com as duas mãos (Figura 5). | Metafórico |

Tabela 3: Transcrição de trecho com descrição e gestos do professor. Fonte: os autores.

Como a referência neste caso são as moléculas sem clara referência ao OM, consideramos como um gesto metafórico. E também devido à característica da tridimensionalidade das estruturas.

A seguir, na Tabela 4, temos a transcrição de um segmento de 7s. O professor está apresentando cada tipo de representação e compara as diferenças entre elas.

| Turno | Transcrição da fala | Descrição | Gesto |
|-------|--|---|-------------|
| 1 | AQUI a gente tem uma estrutura parecida com a fórmula de traços também// | O professor aponta para a tela de projeção, referindo-se a Fórmula estrutural planar (Figura 4b). | Dêitico |
| 2 | só que AQUI// | Movimento com as duas mãos abertas. | Debatimento |
| 3 | vocês veem que já tem uma ANGULAÇÃO dessas ligações diferentes// | A mão direita sobe e desce rapidamente, voltado para os alunos (Figura 5). | Icônico |

Tabela 4: Transcrição de trecho com descrição e gestos do professor. Fonte: os autores.

O professor aponta para os diversos tipos de representação em lousa da Figura 4.

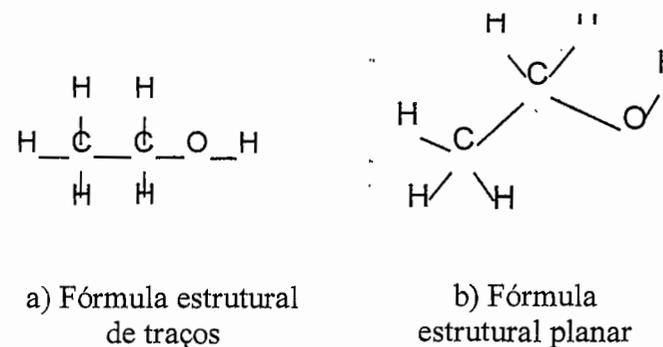


Figura 4. Parte das representações projetadas na tela. Fonte: os autores.

Ao comparar a fórmula planar com a fórmula de traços (Figura 4a), o gesto que se refere à angulação das ligações pode ser classificado como icônico, se a referência for ao Objeto Molecular que está projetado na lousa, mas também pode ser classificado como metafórico (Figura 5), se a referência for as moléculas de uma maneira geral. Deste modo ele utiliza tanto a fala como o gesto para descrever as semelhanças e diferenças entre os tipos de representação.



Figura 5: Gestos metafóricos (a) e (b) e gestos icônicos (c) e (d). Fonte: os autores.

2. Representação de sabões

A construção de um sequenciamento de episódios do minicurso pode ser vista na Tabela 5. Sendo utilizado o episódio 4 para analisar os gestos da professora durante a aula.

| Ordem | Nome do Episódio | Ti - Tf (hh/mm/ss) | Duração (mm/ss) |
|-------|-------------------------|---------------------|-----------------|
| 1 | Conteúdo | 00:17:42 - 00:19:41 | 01:59 |
| 2 | Contexto histórico | 00:19:45 - 00:29:21 | 09:36 |
| 3 | Intervenção do aluno | 00:29:23 - 00:31:59 | 02:36 |
| 4 | Representação molecular | 00:31:59 - 00:49:03 | 17:04 |
| 5 | Produção industrial | 00:49:03 - 01:36:00 | 46:57 |
| 6 | Pre-laboratório | 01:36:26 - 01:40:40 | 04:14 |

Tabela 5: Sequenciamento dos episódios do Minicurso Sabões e Detergentes.

Fonte: os autores.

Análise do suporte da professora

Na Tabela 6 é possível verificar que a professora utiliza como suporte a lousa e a tela de projeção, sendo uma diferença percentual (4,2%) pequena entre eles.

| Suportes utilizados | Duração | | Frequência de classificação |
|---------------------|----------|------------|-----------------------------|
| | hh/mm/ss | Percentual | |
| Lousa | 00:07:40 | 47,9% | 11 |
| Tela de projeção | 00:08:20 | 52,1% | 10 |

Tabela 6: Duração e frequência de classificação do suporte. Fonte: os autores.

Conforme a Figura 6, o episódio é iniciado no suporte tela de projeção, alterna com a lousa, permanece em lousa entre 00:39:22 e 00:43:57 com nova alternância e uma sobreposição dos dois suportes em 00:42:47, 00:43:39, 00:45:43 e 00:46:55.

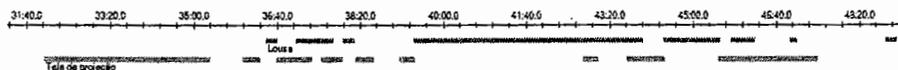


Figura 6. Suportes da professora. Fonte: os autores.

Comparando os percentuais de uso dos suportes nos episódios selecionados nos dois minicursos (Figura 7), verificamos que no minicurso sabões ocorre distribuição de tempo entre os suportes, no entanto, a variedade de suportes é maior no minicurso plásticos. Além da relação entre o percentual de duração, outra relação que nos interessa são os

momentos onde ocorrem a sobreposição das categorias, pois a maneira como o professor transita entre os suportes pode nos revelar outras informações a respeito do movimento gestual e da atenção do professor em relação aos alunos e objeto molecular.

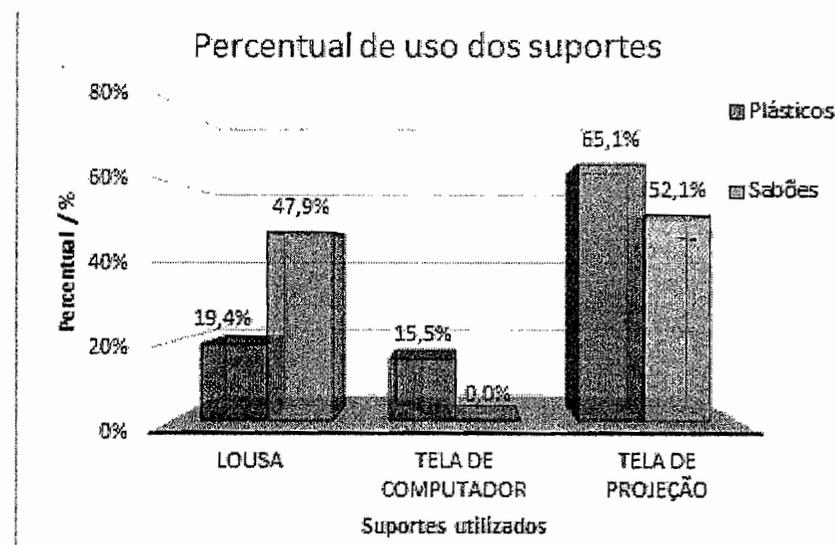


Figura 7. Comparação entre os percentuais de uso dos suportes nos minicursos.

Fonte: os autores

Análise proxêmica da professora

A posição da professora em relação ao OM no minicurso pode ser visualizada na Figura 8. Observa-se maior alternância da posição da professora em relação ao OM no uso de representações sobre sabões do que o professor no uso de representações de polímeros. Há maior presença da posição lateral da professora (48,6%) em relação ao professor (23,0%). E também da posição frontal, sendo 14,5% para ela e de 9% para o professor. Isto revela que há um maior compartilhamento de atenção entre o OM e os alunos com a professora, sendo um momento crucial para a geração de significados referentes a representação estrutural.



Figura 8. Posição da professora em relação ao OM. Fonte: os autores.

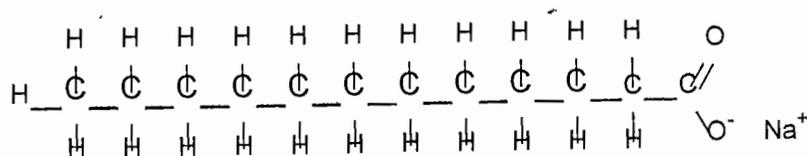
Análise gestual da professora

Na Tabela 7, temos a transcrição de um segmento de 14s. A professora indica na lousa uma representação estrutural de bastão (Figura 10) e compara com uma representação estrutural de traços que foi ilustrada em slides anteriores (Figura 9). Deste modo, ela compara outra forma de representação, reescrevendo em lousa o que tinha mostrado anteriormente em tela de projeção.

| Turno | Transcrição da fala | Descrição | Gesto |
|-------|---|--|----------------------|
| 1 | esse aqui não é igual aquela molécula que a gente viu no (inaudível) slide // | A professora indica a molécula (Figura 9) no quadro. | Dêitico / Metafórico |
| 2 | só que invés de tá carbono hidrogênio carbono hidrogênio | Utiliza a fórmula estrutural de traços que estava desenhada no quadro. | Metafórico |
| 3 | eu coloquei umas setinhas para ficar mais fácil // tudo bem? | Realiza movimentos repetitivos com a mão direita para cima e para baixo (Figura 10). | Metafórico / Icônico |

Tabela 7: Transcrição de trecho com descrição e gestos da professora. Fonte: os autores.

A representação presente no slide da molécula do sabão segue na Figura 9.



Laurato de sódio (um sabão)
 Fórmula mínima: $C_{12}H_{23}O_2Na$

Figura 9. Representação estrutural de traços utilizada na apresentação da professora. (Fonte: os autores)

A professora realiza uma descrição da representação, mostrando que as duas representações seriam da mesma entidade química, o laurato de sódio, porém na representação em lousa, não há a representação das ligações carbono- hidrogênio.

Na Figura 10, o gesto que possui tanto o caráter de apontamento como metafórico (10a), como uma iconicidade (10b) deve-se estruturar tridimensional que está no formato de linha e a metafóricidade por conter a abstração das ligações no espaço tridimensional como representação. Estas são situações de hibridismo gestual.

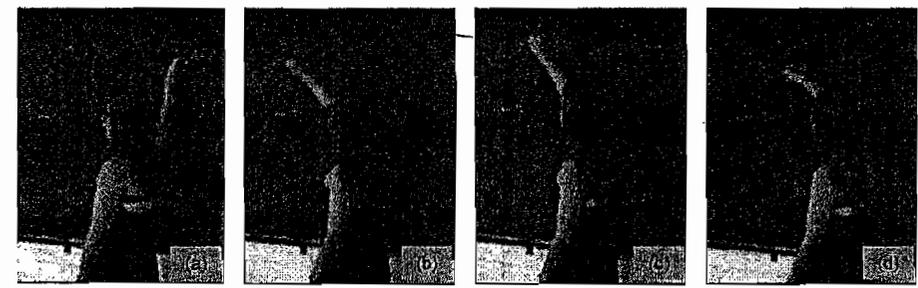


Figura 10. Gesto dêitico e metafórico (a) e gestos metafórico e icônico (b), (c) e (d). Fonte: os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta investigação, aplicamos categorias de McNeill (2005) ao uso de gestos referentes aos OMs de dois professores em aulas sobre polímeros e sabões.

Constatou-se alguma dificuldade para realizar a categorização dos gestos icônicos e metafóricos no uso das representações estruturais em Química. Os gestos icônicos, quando propostos por McNeill, foram formulados baseados em narrações de *cartoons*, tendo como referência objetos concretos do mundo. Em representação estrutural química, o objeto molecular já consiste em uma representação da entidade química. O que podemos sugerir é uma melhor definição do que seria o icônico e o metafórico em relação à representação ou ao seu objeto para a utilização de tais categorias. O icônico refere-se ao plano concreto de representação, enquanto que o metafórico refere-se ao plano abstrato de ideias que não estão presentes na representação.

A categorização dos gestos metafóricos e icônicos é importante para a compreensão da formação dos significados atribuídos pelo professor, especialmente na referência as imagens que são moldadas pelas representações das entidades químicas. Todavia apresentam limitações que devem ser vistas no contexto dos OMs.

Existem sobreposições gestuais que podemos chamar de hibridismo gestual, cujas implicações nos processos de ensino-aprendizagem ainda necessitam de maiores estudos.

A construção de categorias gestuais indicou a necessidade de considerar a posição do professor em relação ao OM, uma vez que podem ocorrer alterações do foco de atenção desejado pelo professor, entre ele próprio e o OM, para tonificar o componente gestual e mesmo epistêmico da produção de significados na aula de química. No caso das situações analisadas, a posição lateral foi preferida para representar OMs projetados em tela e desenhados no quadro de giz.

A análise das sobreposições dá suporte é um aspecto a ser investigado, pois é neste momento em que ocorrem transformações ou transduções dos modos semióticos (BEZEMER & KRESS, 2008). Vários modos semióticos são alternados para a produção de significados. Já nas categorias de suporte, nota-se que a alteração de suporte, indica uma alteração do posicionamento do professor. Este pode usar a tela de projeção ao se referir a um OM e ao usar giz e lousa pode reconstruí-lo com o gesto e a fala.

As categorias de posicionamento do professor em relação ao OM e as gestuais contribuem para futuras análises epistêmicas em aulas de Química, indicando possíveis tendências a generalizações na medida em que o professor utiliza um gesto dêitico, seguido de gestos icônicos e metafóricos. Tais relações entre gestos e operações epistêmicas proporcionam uma caracterização do ensino do professor em relação aos seus movimentos discursivos na direção da abstração de conceitos (GIORDAN *et al.* 2014).

Pode-se apontar como um desdobramento desta pesquisa a caracterização da performance gestual de professores por meio de entrevistas nas quais o professor é estimulado a rever momentos de sua aula para compreender sua prática gestual (SILVA-NETO *et al.* 2013). O licenciando realiza uma autoanálise levando em consideração o seu planejamento de ensino. Este processo influencia a formação de professores por meio

da reflexão, sobretudo quando os propósitos de ensino e aprendizagem estão em evidência.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-NETO, W. *Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, 2009.
- BEZEMER, J; KRESS, G Writing in Multimodal Texts: A Social Semiotic Account of Designs for Learning, *Written Communication*, V. 25, Nº 2, p.166-195, Abril, 2008.
- GIORDAN, M; SILVA-NETO A. B. DA; AIZAWA, A.; Relações entre gestos e operações epistêmicas em aulas de química e suas implicações para a significação. (submetido) *Química Nova na Escola*, 2014.
- GOIS, J. *Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre representação estrutural em Química*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2007.
- GOIS, J. E GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação estrutural. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola* 7, p. 34-42, 2007.
- JEWITT, C. Multimodality, "Reading", and "Writing" for the 21st Century. *Discourse: studies in the cultural politics of education*. V. 26, Nº 3, September, pp. 315-331, 2005.
- KENDON, A. *Gesture: Visible action as utterance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004.
- KRESS, G. e VAN LEEUWEN, T. *Reading Images: the grammar of visual design*. London & New York: Routledge, 1996.
- KOZMA, R. B. e RUSSELL J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena, *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, nº 9, p. 949-968, 1997.
- MARTINS, I; PICCININI, C. L. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. *Ensaio: pesquisa em ensino de ciências*, Belo Horizonte, MG, v. 6, n.1, p. 1-14, 2004.

MCNEILL, D.; *Gesture and Thought*. Chicago: University of Chicago Press, 2005.

MORO, L. *et al.* Gestos ancorados em um terceiro modo semiótico: como auxiliam na criação de modelos tridimensionais. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, p.1-8, 2013.

PEREIRA, R.R.; MORO, L.; MORTIMER, E. F. A importância do uso de diferentes tipos de gestos em aulas de Química Orgânica do Ensino Superior Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, p.1-8, 2013.

QUADROS, A.L.; MORTIMER, E.F. Linguagem Multimodal: as aulas do professor de Ensino Superior. In: *XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)* – Brasília, DF, 2010.

ROTH, W.M.; WELZEL, M. From activity to gestures and scientific language. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 38, p.103-136, 2001.

SILVA, A.C.T.; MORTIMER, E.F. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, p. 123-153, 2010.

SILVA-NETO, A. B.; AIZAWA, A.; GIORDAN, M. Caracterizando a Performance Gestual em Aulas de Química. Atas do VII EPPEQ. Santo André, 2013.

SOUZA, K.A.F.D.; PORTO, P.A. Elementos da semiótica peirceana na educação em química: considerações e possibilidades. In: *XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília, DF, Brasil*. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010.

WU, H.-K.; KRAJCIK J.S. SOLOWAY, E. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom, *Journal of Research in Science Teaching*, V. 38, N° 7, p. 821-842, 2001.

WU, H.-K. E SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88: 465-492, 2004.

VIGOTSKI, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. 2ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

INVESTIGAÇÃO EM AULAS DE CIÊNCIAS: VOZES E SABERES NOS DISCURSOS DE CRIANÇAS DE 6 ANOS

Kely Crisitina Nogueira Souto⁹⁸, Elaine Soares França⁹⁹, Danusa Munford¹⁰⁰, Francisco Ângelo Coutinho¹⁰¹ e Mariana Guedes Machado¹⁰²

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências por investigação tem representado uma abordagem importante para orientar a prática na educação em ciências (e.g., CHINN & MALHOTRA, 2002, KELLY, 2008, NRC, 1996). Há um forte debate em torno do que poderia ser considerado uma investigação científica mais autêntica em sala de aula (e.g. CHINN & MALHOTRA, 2002; ROTH, 1995). Contudo, a visão que prevalece na comunidade de educação em ciências é a de que o ensino por investigação envolve complexos processos cognitivos e epistemológicos (CHINN & MALHOTRA, 2002). Além disso, aprender ciências na escola é a condição de se introduzir os sujeitos em práticas sociais que são estabelecidas em comunidades epistêmicas no campo das ciências da natureza (DRIVER et al. 1994, KELLY, 2008). Todavia, o engajamento em práticas investigativas nas escolas deve possibilitar aos estudantes trazerem sua cultura local e suas curiosidades, assim como suas assunções, crenças e identidades (BROWN et al., 2005). Nesse sentido, reconhecemos que há diferentes abordagens no ensino de ciências por investigação.

O reconhecimento dessa diversidade de abordagens “investigativas” sinaliza questões de fundo na pesquisa em educação em ciências. A pesquisa no campo tem sido orientada principalmente pela noção de que temos de “equipar os estudantes com conhecimentos e habilidades que

98 Doutora em Educação. Professora do Centro Pedagógico da Escola de Educação Básica e Profissional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), E-mail: kcnsouto@gmail.com.

99 Mestre em Educação. Professora do Centro Pedagógico da Escola de Educação Básica e Profissional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), E-mail: lalnesf@ufmg.br.

100 Doutora em Educação. Professora da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Programa de Pós-Graduação Conhecimento e Inclusão Social em Educação da UFMG, E-mail: danusa@ufmg.br.

101 Doutor em Educação. Professor da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Programa de Pós-Graduação Conhecimento e Inclusão Social em Educação da UFMG, E-mail: fac01@terra.com.br.

102 Especialista em Ensino de Ciências. Professora do Estado de Minas Gerais, E-mail: marlanaguedesmachado@gmail.com.